

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-024973

(43)Date of publication of application : 25.01.2000

(51)Int.Cl.

B25J 13/08

G01B 11/00

G06T 7/00

(21)Application number : 10-196965

(71)Applicant : MEIDENSHA CORP

(22)Date of filing : 13.07.1998

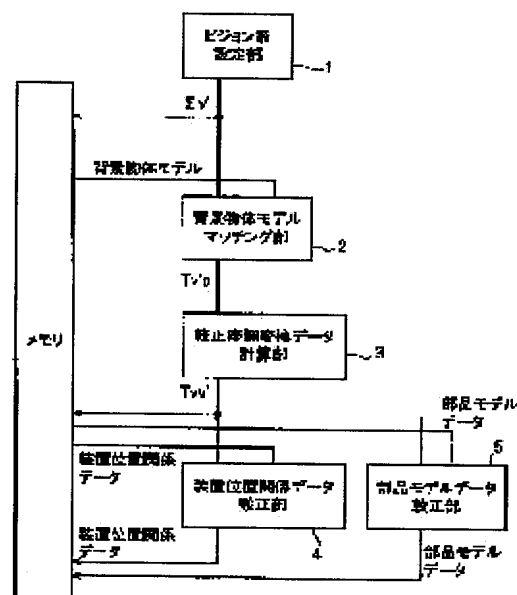
(72)Inventor : FUJIWARA NOBUYUKI
ONDA TOSHIKAZU

(54) BIN PICKING POSITION DATA CALIBRATION METHOD, MEDIUM STORING SOFTWARE FOR REALIZING METHOD, AND DEVICE FOR EXECUTING METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To realize the calibration of the bin picking position data with a simple system without preparing a special device by setting the reference object model on the basis of an unmovable background object such as a belt conveyor and a work bench existing in the field of a camera.

SOLUTION: A new vision system of an image measuring device is set by a vision setting part 1, the calibration coordinate conversion data calculated by a calibration coordinate converting data calculating part 3 is calibrated on the basis of the matching result by the background object model matching part 2, and the device positional relationship data is calibrated on the basis of the device positional relationship by that time by a device positional relationship data composing part 4. Further it comprises a component model data calibrating part 5 for calibrating the calibration coordinate conversion data and the component model data by that time, and the position data necessary for a bin picking system is calibrated. Whereby the system can be normally operated even when the positional attitude of a camera is shifted to some degree.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

23.08.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

【特許請求の範囲】

【請求項1】 カメラの視野内に存在するベルトコンベア或いは作業台等の位置が変化しない背景物体を基準基準物体モデルを設定することを特徴とするビンピッキング位置データ較正方法及びその方法を実現するソフトウェアを記録した媒体並びにこの方法を実施する装置。

【請求項2】 カメラ視野内に固定した識別の容易なマーク物体を基準基準物体モデルを設定することを特徴とするビンピッキング位置データ較正方法及びその方法を実現するソフトウェアを記録した媒体並びにこの方法を実施する装置。

【請求項3】 位置データ較正作業時に、用意しておいたジグによってマーク物体をカメラ視野内に位置精度良く取り付けることを特徴とするビンピッキング位置データ較正方法及びその方法を実現するソフトウェアを記録した媒体並びにこの方法を実施する装置。

【請求項4】 ロボットアームにマーク物体を取り付けることを特徴とするビンピッキング位置データ較正方法及びその方法を実現するソフトウェアを記録した媒体並びにこの方法を実施する装置。

【請求項5】 基準物体モデルを設定するための基準部品を作業側で適切に用意することを特徴とするビンピッキング位置データ較正方法及びその方法を実現するソフトウェアを記録した媒体並びにこの方法を実施する装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、いわゆるロボットシステムにおけるビンピッキング位置データ較正方法及びその方法を実現するソフトウェアを記録した媒体並びにこの方法を実施する装置に関する。特に、ビンピッキングシステムに必要な各装置の位置関係及び部品検出に必要な位置データを較正する手段を提供するものである。

【0002】

【背景技術】 ビンピッキングシステムは対象部品の位置姿勢を画像計測装置で検出し、その情報を元にロボットアームで対象部品をハンドリングするシステムである。また、画像計測装置としては、入力画像から得られる対象物体の輪郭、凹凸、模様等の特徴を直線、円弧等で近似したデータであるとともにステレオ計測等で得た三次元位置データを有する特徴データと、対象物体のモデルの三次元位置データを有する特徴データとのマッチングをとることで対象物体の三次元位置姿勢を得るものがある。

【0003】 対象部品の位置検出方法としてモデルベースマッチング法があり、部品のモデル作製方法としても種々の提案がある。ハンドリングの際必要な、ロボットアーム装置と画像計測装置との相対関係を求める方法として従来より様々な提案がある。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 ビンピッキングシステムを正しく動作させるためには、対象部品の位置検出やハンドリングデータを計算するために必要な各装置の位置関係が既知であり、またその位置関係が正しく保たれていなければならない。

【0005】 しかしながら、カメラの故障や寿命、事故によるカメラの破損等でカメラを交換する場合は、カメラの位置やそれに伴う画像計測装置の座標系が変わるため、今までのデータを全て新しく作り直す必要がある。またカメラ取付部の経年変化によりカメラの位置姿勢にズレが生じた場合、対象部品の検出位置姿勢が実体の位置姿勢と異なるため、システムの動作に不具合が生じる。

【0006】

【課題を解決するための手段】 本発明の請求項1に係るビンピッキング位置データ較正方法及びその方法を実現するソフトウェアを記録したフロッピーディスク、CD-ROM等の媒体並びにこの方法を実施するビンピッキング位置データ較正装置は、カメラの視野内に存在するベルトコンベアや作業台といった位置が変化しない背景物体を基準基準物体モデルを設定することを特徴とする。そのため、基準物体モデルを設定するための特別な装置を用意する必要がなく、簡素なシステムを構成でき、装置のコストを小さくすることができるメリットがある。

【0007】 本発明の請求項2に係るビンピッキング位置データ較正方法及びその方法を実現するソフトウェアを記録したフロッピーディスク、CD-ROM等の媒体並びにこの方法を実施するビンピッキング位置データ較正装置は、カメラ視野内に固定した識別の容易なマーク物体を基準基準物体モデルを設定することを特徴とする。そのため、高精度な較正座標変換データを得ることができ、システムの信頼性を向上できる。またマークがカメラ視野内に固定されているため、頻繁な定期位置データ較正を容易に行うことができるメリットがある。

【0008】 本発明の請求項3に係るビンピッキング位置データ較正方法及びその方法を実現するソフトウェアを記録したフロッピーディスク、CD-ROM等の媒体並びにこの方法を実施するビンピッキング位置データ較正装置は、カメラ視野内にマーク物体を固定できない場合でも、位置データ較正作業時に、用意しておいたジグによってマーク物体をカメラ視野内に位置精度良く取り付けることを特徴とする。そのため、高精度な較正座標変換データを得ることができ、システムの信頼性を向上できるメリットがある。

【0009】 本発明の請求項4に係るビンピッキング位置データ較正方法及びその方法を実現するソフトウェアを記録したフロッピーディスク、CD-ROM等の媒体並びにこの方法を実施するビンピッキング位置データ較

正装置は、カメラ視野内にマーク物体を固定できない場合でも、また、作業場にマーク物体を取り付けるためのジグが用意できない場合でも、位置精度良く動作するロボットアームにマーク物体を取り付けることを特徴とする。そのため、カメラ視野内にマーク物体を位置精度良く設置して、高精度な較正座標変換データを得ることができ、システムの信頼性を向上できるメリットがある。

【0010】本発明の請求項5に係るビンピッキング位置データ較正方法及びその方法を実現するソフトウェアを記録したフロッピーディスク、CD-ROM等の媒体並びにこの方法を実施するビンピッキング位置データ較正装置は、基準物体モデルを設定するための基準部品を作業側で適切に用意することを特徴とする。そのため、基準物体モデルを設定するための特別な装置を用意する必要がなく、システムのコストを小さくすることができる。また、基準部品にマーク物体と同様に識別の容易な部品を選び、位置精度良く動作するロボットアームによって基準部品を位置精度良く設置することで、高精度な較正座標変換データを得ることができ、システムの信頼性を向上できるメリットがある。

【0011】

【発明の実施の形態】(1) 基本的な考え方

本発明の目的はビンピッキングシステムに必要な各装置の位置関係及び部品検出に必要な位置データを較正することである。カメラの位置姿勢が変化した場合、それに伴い画像計測装置の新しい座標系を設定する必要がある。

【0012】この時画像計測装置の今までの座標系と新しく設定した座標系の位置関係が検出できれば、その位置関係データを用いて各装置の位置関係データや部品検出に必要な部品データを新しく設定した画像計測装置の座標系を基にしたデータへ変換することができる。そこで、本発明では部品モデル作製位置に設置した物体について、今までの座標系で作った部品モデルを使用して新しい座標系においてモデルマッチングを行うことで、画像計測装置の今までの座標系と新しく設定した座標系の位置関係を求める。

【0013】(2) 各装置の座標系と相対関係

図1の様に各座標系を設定する。

ここで各座標系は次のものである。

Σ_v : 旧ビジョン系 (画像計測装置の今までの座標系)

$\Sigma_{v'}$: 新ビジョン系 (画像計測装置の新しく設定した座標系)

Σ_R : ロボット系 (ロボットアーム装置の座標系)

Σ_H : ハンド系 (ハンドの対象物体ハンドリング時の座標系)

【0014】各装置間の位置関係はその装置の座標系から別の装置の座標系への座標変換データとして求められる。

T_{RV} : ロボット系 Σ_R から旧ビジョン系 Σ_v への座標変換

T_{vH} : 旧ビジョン系 Σ_v からハンド系 Σ_H への座標変換
 T_{RV} : ロボット系 Σ_R から新ビジョン系 $\Sigma_{v'}$ への座標変換

$T_{v'H}$: 新ビジョン系 $\Sigma_{v'}$ からハンド系 Σ_H への座標変換

$T_{vv'}$: 旧ビジョン系 Σ_v から新ビジョン系 $\Sigma_{v'}$ への座標変換

【0015】(3) 較正座標変換データの計算

データ較正に必要な、変換データは旧ビジョン系 Σ_v から新ビジョン系 $\Sigma_{v'}$ への座標変換データ $T_{vv'}$ である。これをモデルマッチングによって求める。旧ビジョン系 Σ_v において基準物体の部品モデルを作っておき、基準物体をモデル作製位置に設置して、新ビジョン系 $\Sigma_{v'}$ において同一のモデルを用いてモデルマッチングを行うと、新ビジョン系 $\Sigma_{v'}$ を基にする基準物体の位置姿勢 $T_{v'0}$ を検出できる。

【0016】この時基準物体は旧ビジョン系 Σ_v において全く動かない位置姿勢にあるため、先ほど新ビジョン系 $\Sigma_{v'}$ において検出した基準物体の位置姿勢 $T_{v'0}$ は、新ビジョン系 $\Sigma_{v'}$ から旧ビジョン系 Σ_v への座標変換 $T_{vv'}$ を示す。よって、データ較正に必要な座標変換データは旧ビジョン系 Σ_v から新ビジョン系 $\Sigma_{v'}$ への座標変換データ $T_{vv'}$ として次のように求められる。

$$T_{vv'} = T_{v'0}^{-1} \quad \dots (1)$$

【0017】(4) 装置位置関係の較正

ロボット系 Σ_R と新ビジョン系 $\Sigma_{v'}$ の位置関係は較正座標変換データと今までの位置関係より次のように計算できる。

$$T_{RV'} = T_{RV} T_{vv'} \quad \dots (2)$$

新ビジョン系 $\Sigma_{v'}$ とハンド系 Σ_H の位置関係は較正座標変換データと今までの位置関係より次のように計算できる。

$$T_{v'H} = T_{vv'}^{-1} T_{vH} \quad \dots (3)$$

【0018】(5) 部品モデルデータの較正

部品の三次元形状モデルは三次元的な直線特徴や曲線特徴で構成され、それらの三次元データはビジョン系を基にした特徴上の点の三次元位置データである。そこで部品の三次元形状モデルの較正は、モデルを構成する点位置データの旧ビジョン系 Σ_v から新ビジョン系 $\Sigma_{v'}$ への座標変換で行うことができる。旧ビジョン系 Σ_v を基準にした点 p_v は新ビジョン系 $\Sigma_{v'}$ を基準にした点 $p_{v'}$ へ次のように変換される。

$$p_{v'} = T_{vv'}^{-1} p_v \quad \dots (4)$$

こうして変換した三次元形状モデルの点を再構成することで、部品の三次元形状モデルの較正を行うことができる。新ビジョン系 $\Sigma_{v'}$ を基にした三次元形状モデルが計算されれば、カメラの新しい位置姿勢においての見え方モデルであるイメージ上の二次元形状モデルは、三次元形状モデルのカメラのイメージ平面への透視変換によって較正することができる。

【0020】(6) 基準物体モデルの設定

(6. 1) 背景物体による基準物体モデルの設定
カメラの視野内にベルトコンベアや作業台といった位置が変化しない物体が存在する場合は図2のように背景物体を基準物体とし、基準物体モデルを設定することができる。

【0021】(6. 2) 固定マーク物体による基準物体モデルの設定

カメラ視野内に位置が変化しない固定マーク物体を設置できる場合は、図3のように固定マーク物体を基準物体とし、基準物体モデルを設定することができる。

【0022】(6. 3) 取付マーク物体による基準物体モデルの設定

装置に常時取り付けてはいないが、較正作業の際何らかのジグによって取付マークを設置できる場合は、図4のように取付マーク物体を基準物体とし、基準物体モデルを設定することができる。

【0023】(6. 4) ロボットアームに取り付けたマーク物体による基準物体モデルの設定

ロボットアームにマーク物体を取り付けることができる場合は、図5のようにそのマーク物体を基準物体とし、基準物体モデルを設定することができる。

【0024】(6. 5) 基準部品による基準物体モデルの設定

較正作業用に基準部品として選んだ部品を、ロボットアーム等を用いて同一の位置に設置できる場合は、図6のようにその基準部品を基準物体とし、基準物体モデルを設定することができる。

【0025】(7) 位置データ較正方法

(7. 1) 背景物体による位置データ較正方法

カメラの位置姿勢が変化した場合、図7に示すフローチャートに従い、次の手順でビンピッキングシステムの位置データを較正する。

- ①画像計測装置の新ビジョン系の設定を行う。
- ②背景物体モデルによりモデルマッチングを行う。
- ③マッチング結果より較正座標変換データ $T_{vv'}$ を計算する。
- ④較正座標変換データと今までの装置位置関係データを用いて装置位置関係データを較正する。
- ⑤較正座標変換データと今までの部品モデルデータを用いて部品モデルデータを較正する。

【0026】(7. 2) 固定マーク物体による位置データ較正方法

カメラの位置姿勢が変化した場合、図8に示すフローチャートに従い、次の手順でビンピッキングシステムの位置データを較正する。

- ①画像計測装置の新ビジョン系の設定を行う。
- ②固定マーク物体モデルによりモデルマッチングを行う。
- ③マッチング結果より較正座標変換データ $T_{vv'}$ を計算する。

④較正座標変換データと今までの装置位置関係データを用いて装置位置関係データを較正する。

⑤較正座標変換データと今までの部品モデルデータを用いて部品モデルデータを較正する。

【0027】(7. 3) 取付マーク物体による位置データ較正方法

カメラの位置姿勢が変化した場合、図9に示すフローチャートに従い、次の手順でビンピッキングシステムの位置データを較正する。

- ①画像計測装置の新ビジョン系の設定を行う。
- ②取付マーク物体モデルによりモデルマッチングを行う。
- ③マッチング結果より較正座標変換データ $T_{vv'}$ を計算する。

④較正座標変換データと今までの装置位置関係データを用いて装置位置関係データを較正する。

⑤較正座標変換データと今までの部品モデルデータを用いて部品モデルデータを較正する。

【0028】(7. 4) ロボットアームに取り付けたマーク物体による位置データ較正方法

カメラの位置姿勢が変化した場合、図10に示すフローチャートに従い、次の手順でビンピッキングシステムの位置データを較正する。

- ①画像計測装置の新ビジョン系の設定を行う。
- ②ロボットアームに取り付けたマーク物体モデルによりモデルマッチングを行う。
- ③マッチング結果より較正座標変換データ $T_{vv'}$ を計算する。

④較正座標変換データと今までの装置位置関係データを用いて装置位置関係データを較正する。

⑤較正座標変換データと今までの部品モデルデータを用いて部品モデルデータを較正する。

【0029】(7. 5) 基準部品による位置データ較正方法

カメラの位置姿勢が変化した場合、図11に示すフローチャートに従い、次の手順でビンピッキングシステムの位置データを較正する。

- ①画像計測装置の新ビジョン系の設定を行う。
- ②基準部品モデルによりモデルマッチングを行う。
- ③マッチング結果より較正座標変換データ $T_{vv'}$ を計算する。

④較正座標変換データと今までの装置位置関係データを用いて装置位置関係データを較正する。

⑤較正座標変換データと今までの部品モデルデータを用いて部品モデルデータを較正する。

【0030】

【実施例】〔実施例1〕本発明の第1の実施例に係る背景物体による位置データ較正装置を図12に示す。本実施例は、請求項1に係るものである。この装置は、画像計測装置の新ビジョン系の設定を行うビジョン系設定部

1と、背景物体モデルによりモデルマッチングを行う背景物体モデルマッチング部2と、マッチング結果より較正座標変換データを計算する較正座標変換データ計算部3と、較正座標変換データと今までの装置位置関係データを用いて装置位置関係データを較正する装置位置関係データ構成部4と、較正座標変換データと今までの部品モデルデータを用いて部品モデルデータを較正する部品モデルデータ較正部5とを備え、ビンピッキングシステムに必要な位置データを較正する。

【0031】〔実施例2〕本発明の第2の実施例に係る固定マーク物体による位置データ較正装置を図13に示す。本実施例は、請求項2に係るものである。この装置は、実施例1の背景物体モデルマッチング部2に代えて、固定マーク物体モデルによりモデルマッチングを行う固定マークモデルマッチング部6を設け、ビンピッキングシステムに必要な位置データを較正する。

【0032】〔実施例3〕本発明の第3の実施例に係る取付マーク物体による位置データ較正装置を図14に示す。本実施例は、請求項3に係るものである。この装置は、実施例1の背景物体モデルマッチング部2に代えて、取付マーク物体モデルによりモデルマッチングを行う取付マークモデルマッチング部7を設け、ビンピッキングシステムに必要な位置データを較正する。

【0033】〔実施例4〕本発明の第4の実施例に係るロボットアームに取り付けたマーク物体による位置データ較正装置を図15に示す。本実施例は、請求項4に係るものである。この装置は、実施例1の背景物体モデルマッチング部2に代えて、ロボットアームに取り付けたマーク物体モデルによりモデルマッチングを行うロボット取付マーク物体モデルマッチング部8を設け、ビンピッキングシステムに必要な位置データを較正する。

【0034】〔実施例5〕本発明の第5の実施例に係る基準部品による位置データ較正装置を図16に示す。本実施例は、請求項5に係るものである。この装置は、実施例1の背景物体モデルマッチング部2に代えて、基準部品モデルによりモデルマッチングを行う基準部品モデルマッチング部9を設けて、ビンピッキングシステムに必要な位置データを較正する。

【0035】

【発明の効果】以上、実施例に基づいて具体的に説明したように、本発明によれば、カメラの故障や寿命、事故によるカメラの破損等でカメラを交換する場合でも、ビンピッキングシステムに必要な位置データを較正できるため、以下の効果を奏する。

- (1) 今までのデータを全て新しく作り直す必要がない。
- (2) カメラ交換に伴う作業による作業時間を大幅に短縮できる。
- (3) 大量の部品モデルデータを扱い易く、多品種を扱う工程に容易に対応できる。

(4) 過去に作った大量の部品モデルデータのデータベースを効率よく扱うことができる。

(5) カメラ交換に伴う作業コストを小さくすることができる。

(6) カメラ交換に伴う作業者の負担を軽減できる。

(7) カメラ交換作業を容易に行うことができる。

(8) 定期的に位置データ較正を行うことにより、カメラ取付部の経年変化によってカメラの位置姿勢に多少のズレが生じた場合でも、システムを正常に動作させ続けることができる。

(9) 定期的に位置データ較正を行うことによって、システムの信頼性が向上する。

【図面の簡単な説明】

【図1】位置データ較正に用いる座標系を示す説明図である。

【図2】背景物体による基準物体モデルを示す説明図である。

【図3】固定マーク物体による基準物体モデルを示す説明図である。

【図4】取付マーク物体による基準物体モデルを示す説明図である。

【図5】ロボットアームに取り付けたマーク物体による基準物体モデルを示す説明図である。

【図6】基準部品による基準物体モデルを示す説明図である。

【図7】背景物体による位置データ較正方法を示すフローチャートである。

【図8】固定マーク物体による位置データ較正方法を示すフローチャートである。

【図9】取付マーク物体による位置データ較正方法を示すフローチャートである。

【図10】ロボットアームに取り付けたマーク物体による位置データ較正方法を示すフローチャートである。

【図11】基準部品による位置データ較正方法を示すフローチャートである。

【図12】背景物体による位置データ較正装置を示す構成図である。

【図13】固定マーク物体による位置データ較正装置を示す構成図である。

【図14】取付マーク物体による位置データ較正装置を示す構成図である。

【図15】ロボットアームに取り付けたマーク物体による位置データ較正装置を示す構成図である。

【図16】基準部品による位置データ較正装置を示す構成図である。

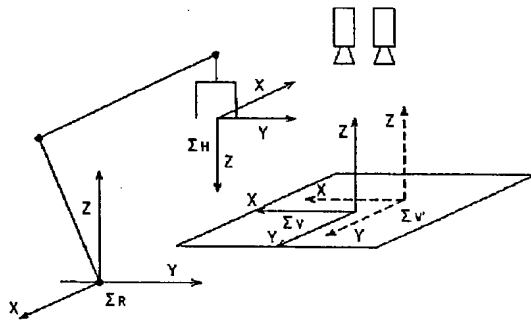
【符号の説明】

- 1 ビジョン系設定部
- 2 背景物体モデルマッチング部
- 3 較正座標変換データ計算部
- 4 装置位置関係データ構成部

- 5 部品モデルデータ校正部
6 固定マークモデルマッチング部
7 取付マークモデルマッチング部

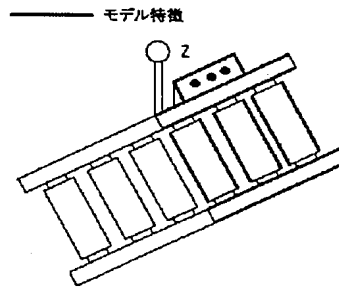
- 8 ロボット取付マーク物体モデルマッチング部
9 基準部品モデルマッチング部

【図1】



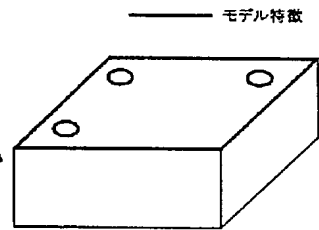
位置データ校正に用いる座標系の例

【図2】



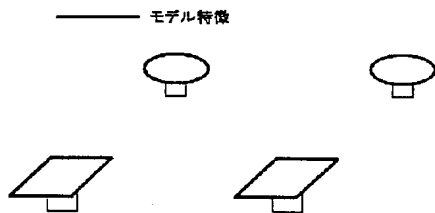
背景物体による基準物体モデルの設定例

【図6】



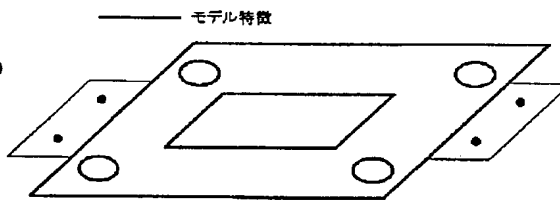
基準部品による基準物体モデルの設定例

【図3】



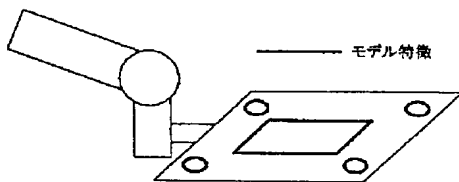
固定マーク物体による基準物体モデルの設定例

【図4】



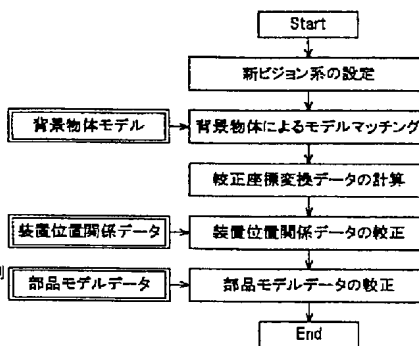
取付マーク物体による基準物体モデルの設定例

【図5】



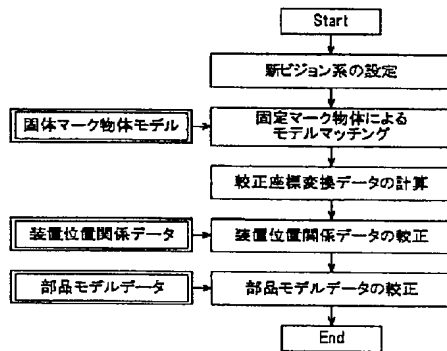
ロボットアームに取り付けたマーク物体による基準物体モデルの設定例

【図7】



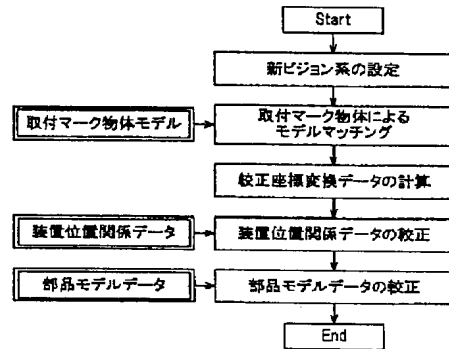
背景物体による位置データ校正方法のフローチャートの例

【図8】



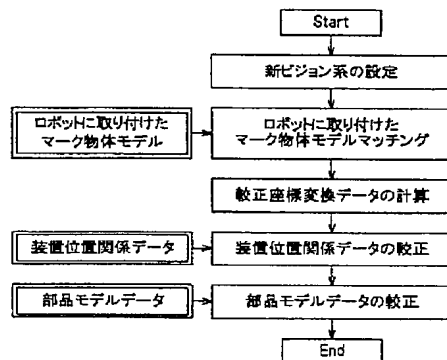
固定マーク物体による位置データ校正方法のフローチャートの例

【図9】



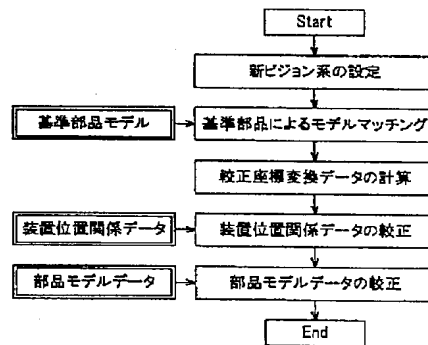
取付マーク物体による位置データ校正方法のフローチャートの例

【図10】



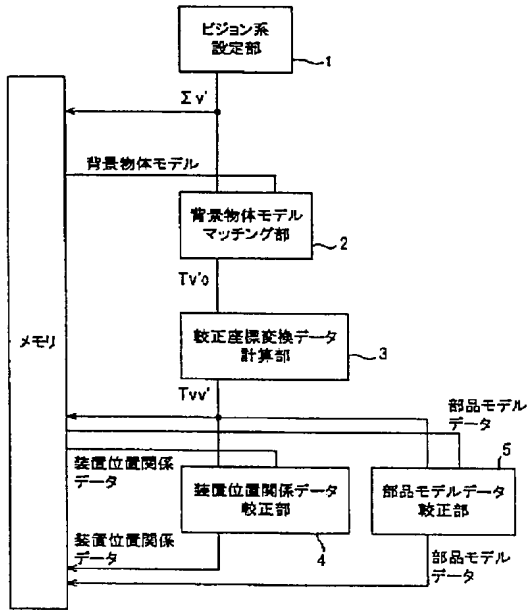
ロボットアームに取り付けたマーク物体による位置データ校正方法のフローチャートの例

【図11】



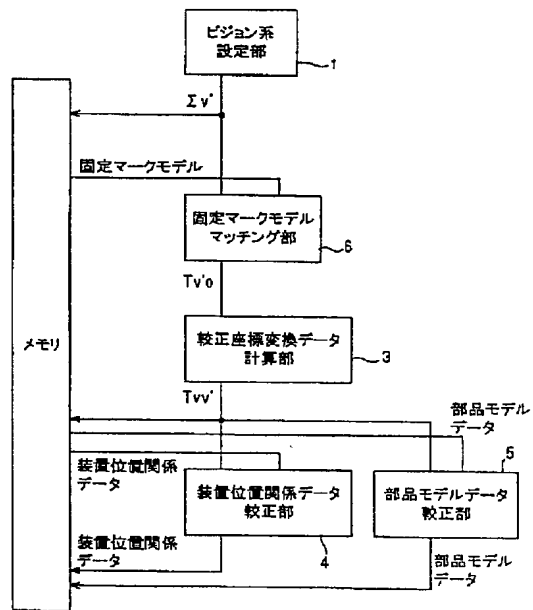
基準部品による位置データ校正方法のフローチャートの例

【图 12】



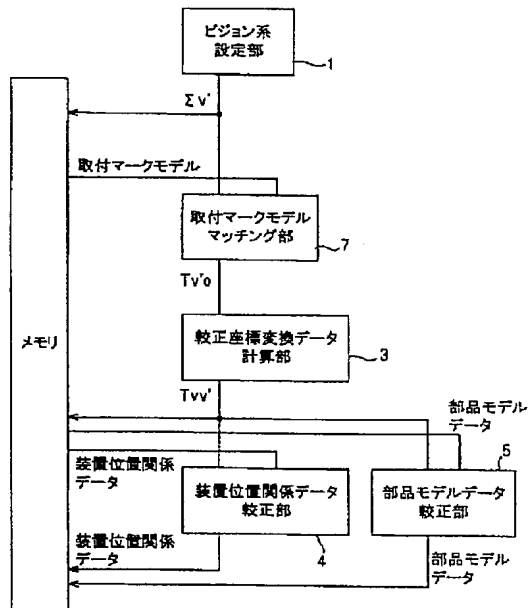
背景物体による位置データ校正装置の例

【図13】



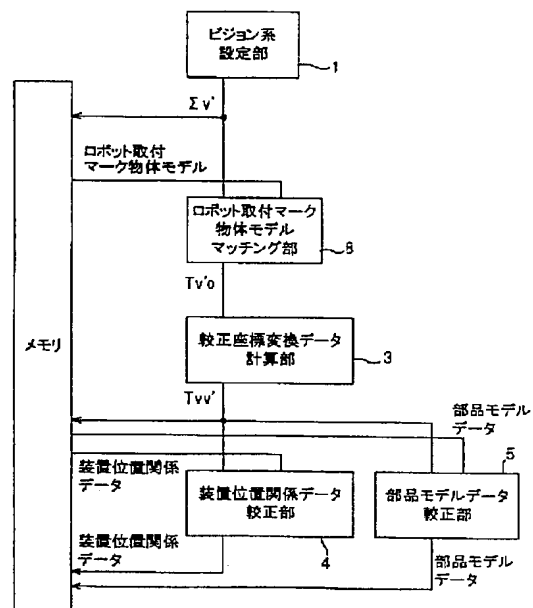
固定マーク物体による位置データ校正装置の例

【図14】



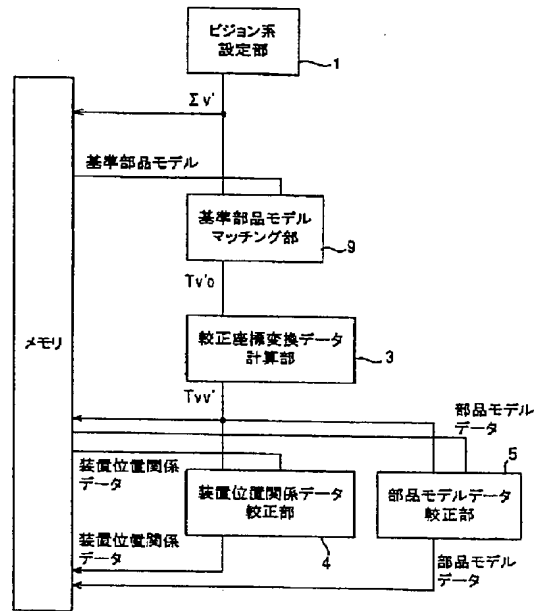
取付マーク物体による位置データ校正装置の例

【例 15】



ロボットアームに取り付けたマーク物体による
位置データ校正装置の例

【図16】



基準部品による位置データ校正装置の例

フロントページの続き

Fターム(参考) 2F065 AA04 AA37 BB27 FF04 JJ03
JJ19 JJ26
3F059 AA01 DB04 DB08 FB12 FC13
GA00
5B057 DA07 DB03 DC09 DC33